Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen
(Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Fröhlich)

# Untersuchungen über die Belastungsverhältnisse unter Einstückguß-Freiendprothesen mit besonderer Berücksichtigung der Abstützung am Restgebiß

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
**Dieter Langenstein**
aus Sigmaringen

1965

8036

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen
(Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Fröhlich)

# Untersuchungen über die Belastungsverhältnisse unter Einstückguß-Freiendprothesen mit besonderer Berücksichtigung der Abstützung am Restgebiß

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
**Dieter Langenstein**
aus Sigmaringen

1965

Dekan: Professor Dr. H. Harms
1. Berichterstatter: Dozent Dr. E. Körber
2. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. Eugen Fröhlich

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

INHALTSVERZEICHNIS


| | | Seite |
|---|---|---|
| I. | Einleitung und Problemstellung | 1 |
| II. | Literaturübersicht | 3 |
| III. | Material und Methodik | 7 |
| | 1. Das Meßgerät | 7 |
| | 2. Die Eichung | 7 |
| | 3. Vorversuche | 8 |
| | Vorversuch I | 8 |
| | Vorversuch II | 13 |
| | Vorversuch III | 24 |
| IV. | Hauptversuche | 26 |
| | 1. Einbau der Druckgeber in die Prothese | 27 |
| | 2. Durchführung der Versuche | 28 |
| | 3. Auswertung der Meßergebnisse | 29 |
| | 4. Zusammenstellung der Meßwerte | 31 |
| | 5. Diskussion der Ergebnisse | 36 |
| | 6. Zusammenfassung | 39 |
| | 7. Anhang - Protokollblätter | 41 |
| V. | Literaturverzeichnis | 65 |

## I. Einleitung und Problemstellung

Bei der Eingliederung von Prothesen ist es eine wesentliche Aufgabe, schädliche Reize auf das Prothesenlager auszuschalten oder zu mildern. Das therapeutische Mittel, die Prothese, darf an den Geweben, die sie direkt oder indirekt beeinflußt, keine irreparablen Schäden stiften. Sie muß vielmehr zur Erhaltung des Restgebisses und des Prothesenlagers beitragen. (E.Fröhlich)

Schädliche Reize können entweder vom Material der Prothese selbst ausgehen, oder sie sind auf mechanische Einwirkungen zurückzuführen, die die Schleimhaut und den Kieferknochen übermäßig oder atypisch belasten.

Während im Vollbezahnten Gebiß die Kaukraft vom Periodontium aufgenommen und als Zugkraft auf den Alveolenknochen übertragen wird, wird beim Zahnlosen Kiefer die Kaukraft unverändert auf den Kieferknochen weitergeleitet. Diese direkte Druckeinwirkung ist für das tragende Gewebe eine atypische Belastung.

Nach E.Fröhlich antwortet ein resistentes Prothesenlager mit Anpassungserscheinungen auf die Belastung durch die Prothese: "Es stellt sich ein geringgradiger Knochenumbau ein, der nach einiger Zeit zum Stillstand kommt. Gleichzeitig ist eine Bindegewebsvermehrung zu beobachten; doch bleibt die Schleimhaut am Knochen fixiert."

Auf dem Alveolarfortsatz treten die stärksten mechanischen Insulte auf. Der Kieferfortsatz unterliegt daher dem Abbau stärker als das Gaumendach, das von einer ungleich dickeren Fett- und Drüsengewebsschicht bedeckt wird.

Bei mangelnder Anpassungsfähigkeit des Prothesenlagers treten ebenfalls Umbauvorgänge ein. Sie enden aber nicht in einem stabilen Gleichgewicht, sondern führen zu progressiven Umbauprozessen. (E.Fröhlich)

Die Weichteile auf dem Kieferfortsatz werden voluminös und verlieren ihre innige Fixierung am Knochen.

Mit zunehmendem Knochenabbau nimmt die Schaukelbewegung der Prothese zu. Die Prothese sinkt tiefer ein und verursacht an den Schleimhäuten einen vornehmlich mechanischen Reiz, der von reaktiv-entzündlichen hyperplastischen Vorgängen begleitet werden kann. Klinisch beobachtet man die Bildung eines Schlotterkammes oder die Entstehung einer Lappenfibromatose. Die Prothese verliert ihre stabile Lagerung.(E.Fröhlich)

Bei einem rein parodontal getragenen Zahnersatz werden die Kaukräfte nur auf die Zähne übertragen.

Bei der parodontal-gingival getragenen Freiendprothese wird ein Teil des Prothesenlagers atypisch beansprucht. Hier können ebenfalls die beschriebenen Veränderungen eintreten, wenn das Prothesenlager einseitig, ungleichmäßig oder nur auf einer kleinen Fläche belastet wird. So konnten E. FRÖHLICH, H. van THIEL und R. VOSS nachweisen, daß eine die Unterlage ungleich belastende Prothese eine Deformation der tragenden Gewebe zur Folge haben kann, was sich wieder auf Sitz und Stabilität der Prothese auswirkt.

Es hat nicht an Vorschlägen gefehlt, um das Prothesenlager großflächig und möglichst gleichmäßig zu belasten.

A. KANTOROWICZ stellte durch Modellversuche und Berechnungen fest, daß eine Freiendprothese mit sattelferner Abstützung am Restgebiß das Prothesenlager gleichmäßiger belastet als eine Freiendprothese mit sattelnaher Abstützung. Für diese Behauptung wurde bislang noch kein Beweis anhand von Versuchen an Patienten erbracht.

Die vorliegende Arbeit untersucht deshalb die Belastungsverhältnisse unter Einstückguß-Freiendprothesen mit sattelnaher und sattelferner Abstützung am Restgebiß während des Kaugeschehens. Es soll die Belastungsgröße und Belastungsverteilung bei verschiedener Abstützung gemessen und verglichen werden.

## II. Literaturübersicht

Nach A, KANTORIWICZ führt eine partielle Prothese unter der Einwirkung des Kaudrucks oder anderer Kräfte folgende Bewegungen aus:

1. Annäherung resp. Einsenkung in die Schleimhaut
2. Entfernung von der Schleimhaut
3. Verschiebung auf der Schleimhaut.

Ursache dieser Bewegungsmöglichkeiten ist die reversible Verformung der Kieferschleimhaut, die als Resilienz bezeichnet wird.

Erste Messungen der Resilienz führten 1928 A. KANTOROWICZ und W. SCHMITZ an einer totalen Oberkieferbasis durch. Sie fanden Werte von 0,5 bis 1 mm bei einer Belastung bis 1 kg.

1949 stellte A. KANTOROWICZ im Modellversuch fest, daß sich ein am Restgebiß abgestützter Freiendsattel wie ein in der Mitte belasteter nicht abgestützter Sattel verhält, wenn Sattel und Auflage des Sattels möglichst weit voneinander entfernt sind. Es tritt dann eine gleichmäßigere Belastung des Prothesenlagers ein. Ist dagegen der Abstand zwischen Auflage und Sattel gering, so sinkt der Freiendsattel dreieckig ein, d.h. distal mehr.

Die Schmerzschwelle begrenzt die Einsinktiefe in das Prothesenlager. Sie tritt bei einer Schleimhautpressung von 0,8 bis 2,5 mm auf. Dies entspricht einer Belastung von 6 kg/cm$^2$.

Größe, Dauer, Richtung und Verteilung von Kräften zu bestimmen, die während des Kaugeschehens auf Zahn, Parodontium, Kieferknochen und Kieferschleimhaut einwirken, ist Aufgabe der Kaudruckmessung.

H. UHLIG, der zwischen Kaukraft und Kaudruck unterscheidet, glaubt, daß das Größenmaß der Kaukraft von der Sen-

sibilität der Wurzelhäute der betreffenden Zähne reflektorisch und vom Sinneseindruck bewußt gesteuert wird. O. ETLING und L. KÖHLER betrachten die Ergebnisse der Kaudruckmessungen als den Ausdruck der Toleranz des Periodontiums und der Kieferschleimhaut. J. HEAD macht 1906 darauf aufmerksam, daß die zum Zerkleinern von Nahrungsteilen aufgewandten Kräfte geringer sind, wenn man statt reiner Scharnierbewegungen scherende Bewegungen ausüben läßt. Ebenso weist H. J. THOLUCK darauf hin, daß beim Mahldruck ein kleinerer Kraftaufwand erforderlich ist, da hier der Kauweg länger ist. Er unterscheidet zwischen Quetschdruck und Mahldruck.

W.A. LAWSON teilt die Geräte zur Kaudruckmessung in zwei Gruppen ein:

1. Solche, die die Kraft zwischen den Zähnen messen.
2. Jene, die die Kraft messen, die von der Prothesenbasis auf das Prothesenlager ausgeübt wird.

Eine Fülle von Angaben über die Kaudruckmessung zwischen den Zahnreihen oder im Bereich einzelner Antagonisten ist im Schrifttum ausfindig zu machen: G.V. BLACK 1895, J. HEAD 1906, L. KÖHLER und O. ETLING 1922, H.J.THOLUCK 1925, G. HABER 1926, K. GREVE 1926, F. MÜNZESHEIMER 1927, G.MORELLI 1928, M. KLATSKY 1936, R.E. BRAWLEY und H.J. SEDGWICK 1938, R. BOOS 1940, F.BRUDEVOLD 1951, H. UHLIG 1953, S. SCHREIBER 1957, 1960, Chr.ROHRBACH und K.EICHNER 1958, K. EICHNER 1963, 1964.

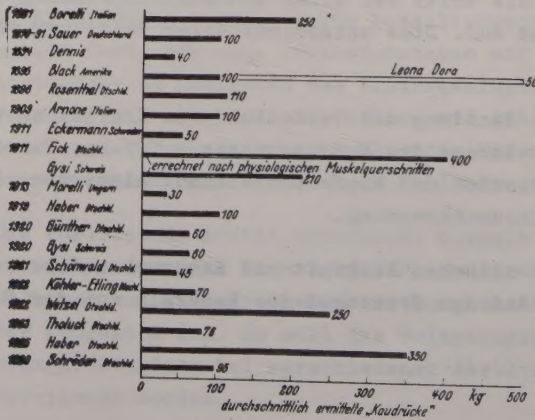


Abb. 2. Historische „Kaudruck"-Messungen.

Abb. 1

Überblick historischer "Kaudruckmessungen" nach Uhlig. Es handelt sich lediglich um maximale Kieferschlußkräfte.

Weniger zahlreich sind die Berichte über die Messung der Schleimhautbelastung unter partiellen und totalen Prothesen während des Kauens. A. HOWELL und R. MANLY beschrieben 1948 als erste die Dehnungsmeßstreifentechnik zur Erfassung von Kräften im Munde.

Nach diesem Verfahren arbeiteten A. FRECHETTE, W.A.LAWSON, K.A. KAIRES und W.R. STROMBERG.

K.A.KAIRES erforschte die Schleimhautbelastung unter doppelseitigen Freiendprothesen. Aufgabe seiner Arbeit war, den Einfluß der Kauflächengröße auf das Prothesenlager zu bestimmen. Hierbei ergab sich eine geringere Belastung von Restzähnen und Kieferschleimhaut, wenn die Kaufläche möglichst klein gehalten wurde. Unter kleineren Kauflächen war die Schleimhautbelastung um 20 bis 40 % geringer als unter größeren. Absolute Werte wurden nicht gegeben.

W.R.STROMBERG maß die Seitenschübe auf das Prothesenlager, wobei er einmal 0 Grad Molaren, ferner 33 Grad Molaren aufstellte. Buccal vom ersten Molaren baute er je einen Druckgeber ein. Bei Verwendung der 0 Grad Molaren erzielte er eine Seitbelastung von 23,4 - 30g/25mm$^2$. Die 33 Grad Molaren führten zu einer Seitbelastung von 19,2 - 20,4g/25mm$^2$.

Andere Autoren wie A. BREWER, D. HUDSON und K.A. KAIRES prüften die Kontaktanzahl und die Kontaktdauer der Zähne beim Kauen verschiedener Speisen.

W.A. LAWSON untersucht die Dehnungsmeßstreifen. Er findet Unzulänglichkeiten, deren Ursache in der Temperaturempfindlichkeit der Dehnungsmeßstreifen zu suchen ist.

1961 maß E. KÖRBER die Belastungsverteilung unter 30 Totalprothesen des Oberkiefers. Er gebrauchte einen kapazitiven Druckgeber, den er zwischen Schleimhaut und Prothesenbasis einbaute. Er fand durchschnittliche Werte von 6kp/cm$^2$.

Im selben Jahr versuchte A. FRECHETTE, den Zusammenhang

zwischen Schleimhautbelastung und Bißart zu erklären. Er verwendete wieder Dehnungsmeßstreifen, die er in eine Oberkiefertotalprothese einbaute. Die Testfelder befanden sich in Gegend des ersten Molaren buccal, palatinal und auf dem Kamm. Er stellte die Zähne einmal im Kreuzbiß, ferner in normaler Okklusion auf. Gesalzene Erdnüsse bildeten die Testspeise. Seine in Pfund/Zoll$^2$ niedergelegten Ergebnisse zeigen keinen Unterschied zwischen Kreuzbiß und normaler Okklusion. Auf kp/cm$^2$ umgerechnet ergibt sich daraus eine durchschnittliche Kammbelastung von 6,2 kp/cm$^2$. Die buccale Schleimhautpressung beträgt 1,4kp/cm$^2$, die palatinale 1,8kp/cm$^2$.

Mit kapazitiven Druckgebern erforschte G. WÖLFFLE die Schleimhautpressung unter abgestützten und schleimhautgetragenen Freiendprothesen. Bei Abstützung fand er unter dem Kauzentrum eine Kieferkammbelastung von 4,2 bis 7,2 kp/cm$^2$. Die schleimhautgetragene Prothese belastete das Prothesenlager zwischen 5,4 und 7,7 kp/cm$^2$.

H. PFAU beschrieb die Schleimhautpressung unter Vollprothesen des Oberkiefers. Als Untersuchungsgebiet wählte er den Kieferkamm in Gegend des ersten Molaren und ein Gebiet palatinal von 3. Unter dem Kauzentrum ermittelte er Werte von 6,4 kp/cm$^2$, palatinal von 3 fand er eine Pressung des Prothesenlagers um 2 kp/cm$^2$.

Mit diesen Untersuchungen wurden wichtige Einblicke über die Auswirkung von Prothesenabstützungen auf das Prothesenlager erzielt.

Im Rahmen dieser Überlegungen und Ergebnisse muß noch eine weitere Frage beantwortet werden:

Wie unterscheidet sich die Belastung des Prothesenlagers bei sattelnaher und sattelferner Abstützung der Prothese?

Diese Frage wurde an Modellen schon häufig geprüft, in "vivo" wurden aber bisher keine Untersuchungen darüber angestellt.

Experimenteller Teil

## III. Material und Methodik

### 1. Das Meßgerät

Die in Abb. 2 schematisch gezeichnete Meßanlage wurde von E. KÖRBER, H. PFAU und G. WÖLFFLE ausführlich beschrieben.

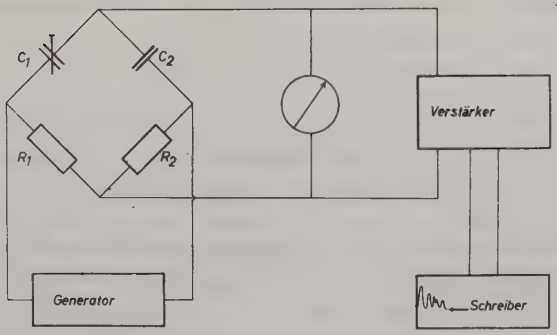


Abb. 2 - Schaltschema der Meßanlage.

### 2. Die Eichung

Die Eichung der Druckgeber erfolgte mit der von WÖLFFLE und PFAU beschriebenen Apparatur.

3. Vorversuche

Vorversuch I

Die von E. KÖRBER, G. WÖLFFLE und H. PFAU verwendeten Meßkondensatoren (Bi I) hatten eine geringe Haltbarkeit. Sie mußten zu oft erneuert werden. Die inzwischen von der Firma Biwisi angefertigten Kapseln (Bi II) sind wesentlich stabiler. Sie wurden aber temperaturempfindlicher.

In einem Vorversuch sollte
a) der zeitliche Ablauf der Erwärmung des Druckgebers auf Mundtemperatur nach Einsetzen des Gerätes,
b) der zeitliche Ablauf der Abkühlung des Kondensators nach Entnahme aus dem Munde
festgestellt werden.

Der Druckgeber wurde unter den später beschriebenen Versuchsbedingungen in eine Oberkieferplatte palatinal vorn vom ersten Molaren eingebaut. Die Temperaturänderungen nach Einsetzen und anschließend nach Entnahme des Gerätes wurden von einem an dem Druckgeber angebrachten Temperaturfühler registriert. Eine etwas über den seitlichen Kondensatorrand gestülpte Polyäthylenmanschette hatte einmal die Aufgabe, das Thermoelement in der erforderlichen Lage festzuhalten. Ferner wurde dadurch erreicht, daß der Temperaturfühler nur mit dem zu messenden Medium (Kondensator) in Verbindung stand.

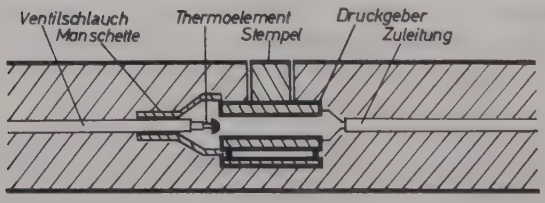


Abb. 3 - Einbau des Druckgebers (Bi II) mit Thermoelement in die Gaumenplatte. Die Ausgleichsleitung des Thermoelements wurde aus Gründen der Wärmeisolation und zur Vermeidung einer mechanischen Beschädigung zusätzlich mit einem Ventilschlauch (Fahrrad) umgeben.

Als elektromechanischer Wandler diente ein Spiegelgalvanometer der Firma Hartmann & Braun, Frankfurt/M. Der Hohlspiegel wird von einer Einfadenlampe angestrahlt und wirft einen feinen Lichtstrich auf eine Skala, auf der die gefundene Temperatur direkt in Celsiusgraden abzulesen ist. Die Registriergenauigkeit beträgt 1/10 Grad Celsius. Ein von der gleichen Firma hergestellter Temperaturfühler wurde als Thermoelement verwendet. Es besteht aus einer vergoldeten Halbkugel aus Metall von etwa 1 mm Durchmesser. An ihrer Innenseite ist ein Eisen-Konstantan Thermoelement angelötet. Als Gegenelement ist eine Kaltlötstelle so eingebaut, daß sich ihre Temperatur nur träge ändern kann. Es wird während einer Temperatureichung gegen die vorhandene Raumtemperatur gemessen, die solange konstant zu halten ist. Dies wird dadurch sichergestellt, daß man das Gegenelement in einer gut isolierten Thermosflasche unterbringt, deren Innentemperatur der Raumtemperatur entspricht. Vor jeder Messung stellt man den mechanischen 0-Punkt ein, indem man den 0-Punkt-Hebel am Galvanometer entsprechend verschiebt.

**Bezugstemperatur, Raumtemperatur und Temperatur im Innern der Thermosflasche sind identisch.**

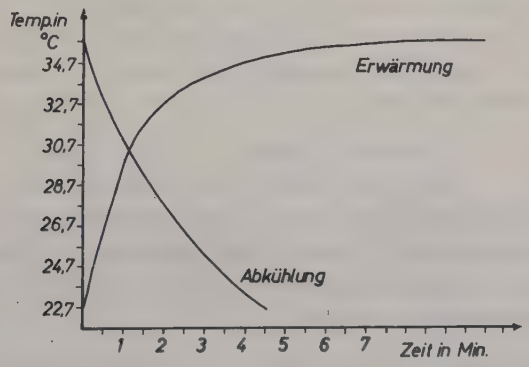


Abb. 4 - Erwärmung und Abkühlung des Druckgebers nach Einsetzen bzw. Entnahme aus dem Munde. Die Erwärmung erreicht nach 6 - 7 Min. einen endlichen Wert. Die Abkühlung auf Zimmertemperatur erfolgt in 4 - 5 Minuten.

Nach Einsetzen der Gaumenplatte mit darin eingebettetem Druckgeber und Thermoelement wurde die Temperaturänderung im Abstand von 30 Sekunden am Spiegelgalvanometer abgelesen. Ebenso wurde nach Entnahme der Platte aus dem Munde die Abkühlungszeit festgestellt (Abb. 4).

Dabei ergab sich eine Erwärmungszeit von 6 - 7 Minuten, die Abkühlung auf Zimmertemperatur erfolgte in 4 - 5 Minuten.

Im Anschluß daran war der Einfluß von Temperaturschwankungen auf den Druckgeber zwischen Zimmertemperatur und Mundtemperatur zu prüfen. Ausgehend von der vorhandenen Raumtemperatur von 22,7° C wurde jeweils eine Eichung des Druckgebers mit 0 und 3kp/25mm$^2$ durchgeführt. Die Eichung erfolgte in einem Wasserbad.

Ein Thermostatgerät mit Umwälzanlage ermöglichte die Einstellung der gewünschten Temperatur. Die Übereinstimmung der eingestellten mit der tatsächlich vorhandenen Wassertemperatur war dreifach zu kontrollieren: einmal über das Thermometer des Thermostatgerätes, weiter mit dem in die Gaumenplatte eingelassenen Thermoelement, schließlich durch ein frei bewegliches Thermometer, das in Nähe des zu untersuchenden Kondensators in das Wasserbad eingetaucht wurde. Die bei der jeweiligen Temperaturänderung aufgetretenen Kapazitätsschwankungen wurden mit dem zugeschalteten Physiopolygraphen auf einer Papierrolle aufgezeichnet.

Ergebnis:
Bei der eingestellten Empfindlichkeit von 1/16 betrug die Differenz des Skalenteilausschlages zwischen 22,7 und 35,7° C, sowohl bei Belastung mit o wie auch 3 kp, annähernd 400 Skalenteile. (Abb. 5)

Eine Temperaturänderung von 1° C bewirkt eine Verschiebung der Nullage um 30 Skalenteile.

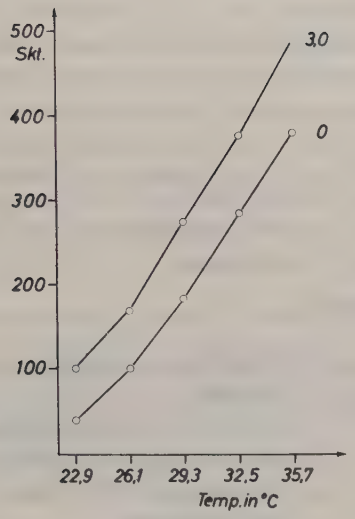


Abb. 5 -
Kapazitäts- bzw. Potentialänderung in Abhängigkeit von der Temperatur, bei Belastung mit 0 und 3 kp/25mm$^2$. Eine Temperaturänderung von 1° C bewirkt eine Verschiebung der Nullage um 30 Skt.

Die Ursachen dieser Temperaturempfindlichkeit seien kurz theoretisch begründet:

(1) $$C = \frac{F}{4\pi d}\,\varepsilon$$

Dabei ist
C = Kapazität des Kondensators
E = Dielektrizitätskonstante
F = Kondensatorfläche
d = Plattenabstand

In Worten:
Die Kapazität eines Kondensators ist der Oberfläche direkt und dem Plattenabstand umgekehrt proportional. Aus (1) ergibt sich bei konstanter Plattenfläche eine Kapazitätsänderung einmal durch Änderung des Plattenabstandes (Hubänderungen), zum anderen durch Wahl des Dielektrikums. Das Dielektrikum kann ferner wie folgt beeinflußt werden:

(2) $\varepsilon = 4\pi\chi + 1$ $\chi$ = Suszeptibilität des Dielektrikums

ist temperaturabhängig:

(3) $$\chi = \frac{N}{V}\,\frac{m_o^2}{3kT}$$

N = Anzahl der Moleküle im Dielektrikum
V = Volumen des Dielektrikums
k = Boltzmannsche Konstante
$m_o$ = Dipolmoment der Dipole im Dielektrikum
T = Absolute Temperatur

Gleichung (3) in Gleichung (2) eingesetzt ergibt:

(4) $$\varepsilon = \frac{N}{V}\,\frac{m_o^2}{3k}\,\frac{1}{T} + 1$$

Gleichung (4) in Gleichung (1) eingesetzt besagt, daß auf Grund der Temperaturempfindlichkeit des Dielektrikums eine Kapazitätsänderung durch Änderung der Temperatur hervorgerufen werden kann.

(5) $$C = \frac{q}{U}$$

q = Elektrizitätsmenge
U = das an der Oberfläche herrschende Potential

Bei Kapazitätsänderung tritt eine Potentialänderung ein. Dies äußert sich durch einen Ausschlag des an die Brükkenschaltung angeschlossenen Potentiometers, ferner über den Schreiber des Physiopolygraph.

Bei Verwendung der Druckgeber (Bi II) ist folgendes zu beachten:

1. Bei vorhandener Temperaturempfindlichkeit ist für unsere Messungen eine Eichung bei Mundtemperatur durchzuführen (Abb. 5).
2. Die Messung sollte erst nach Erreichen der Mundtemperatur beginnen, also nach 8 - 10 Minuten (Abb. 4).

Vorversuch II

Die Aufgabe des anschließenden Modellversuches war die Untersuchung der Schleimhautbelastung unter Freiendprothesen in Abhängigkeit von der Abstützung am Restgebiß.

Folgende Prothesenlagerungen wurden untersucht:

1. Einstückgußprothese mit Bonwillklammern auf 43|45, Umgehungsbügel starr und Palatinalbügel. (Sattelferne Abstützung).

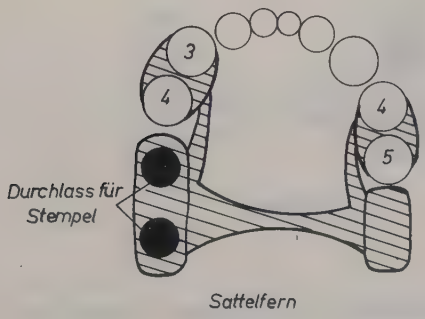


Abb. 6 - Sattelferne Abstützung einer partiellen Einstückgußprothese im Modellversuch.

2. Einstückprothese mit Auflageklammern auf 4¦5 distal und Gaumenbügel. (Sattelnahe Abstützung).

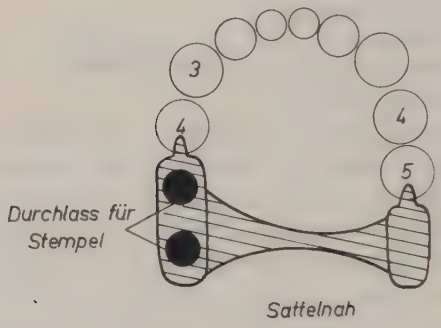


Abb. 7 - Sattelnahe Abstützung im Modellversuch

3. Partielle Prothese, die mit Teleskopkronen auf 4¦5 abgestützt ist. (Sattelnahe Abstützung).

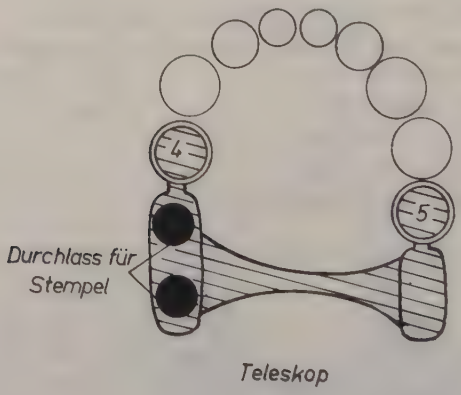


Abb. 8 - Teleskoparbeit. Sattelnahe Abstützung im Modellversuch.

Für jede der drei durchgeführten prothetischen Arbeiten diente das vom selben Patienten gewonnene Modell aus Hartgips als Arbeitsmodell. Das Weichgewebe der frei endenden Alveolarkämme und des Gaumens wurde durch ein elastisches Material von 2 bis 3 mm Dicke nachgeahmt. Die kapazitiven Druckgeber wurden in den rechten Prothesensattel mesial und distal eingebaut. Bei jeder Konstruktion betrug der Abstand zwischen mesialem und distalem Meßort 20 mm. Mesialer Meßort und Auflage bei sattelferner Führung waren 15 mm voneinander entfernt. Der Abstand zwischen mesialem Meßpunkt und Auflageklammer bei sattelnaher Abstützung betrug 5 mm.

Mit jeder Prothesenkonstruktion wurde nun in Abständen von 1 kg, aufsteigend bis 5 kg, eine Belastung des linken und des rechten Sattels durchgeführt. Die Sattelbelastung erfolgte mesial, medial und distal. Die Druckgeber wurden vor jeder Belastungsserie geeicht.

Die Ergebnisse der mesialen, medialen und distalen Sattelbelastung bei verschiedener Abstützung am Restgebiß und ihre Auswirkung auf die Schleimhautbelastung am mesialen und distalen Meßort sind in den folgenden 7 Abbildungen graphisch dargestellt.

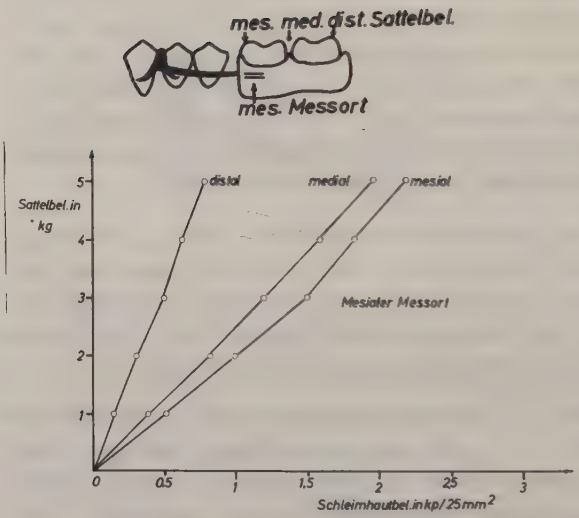


Abb. 9 -
Messung der Schleimhautpressung mesial bei mesialer, medialer und distaler Sattelbelastung. Vermessene Gußklammern, sattelferne Abstützung. Die mesiale Pressung ist umso geringer, je weiter distal die Belastung des Prothesensattels erfolgt.

Abb. 10 -
Messung der Schleimhautpressung distal bei mesialer, medialer und distaler Sattelbelastung. Vermessene Gußklammern, sattelferne Abstützung.
Die Pressung der distalen Schleimhaut ist umso größer, je weiter distal die Belastung des Sattels erfolgt.

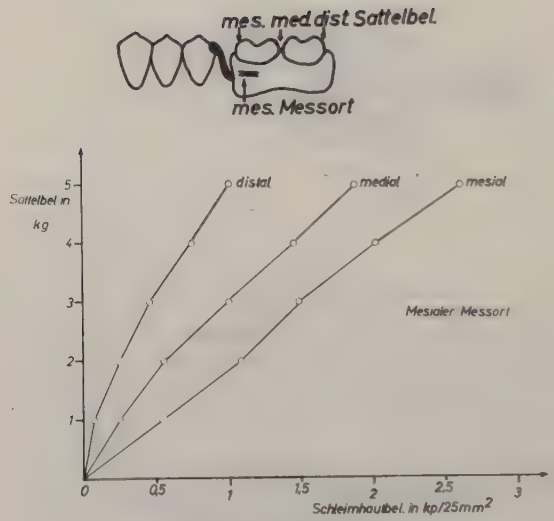


Abb. 11 -
Vermessene Gußklammern, sattelnahe Abstützung.
Schleimhautpressung mesial bei mesialer, medialer und distaler Sattelbelastung.
Die mesiale Pressung ist umso geringer, je weiter distal der Sattel belastet wird.

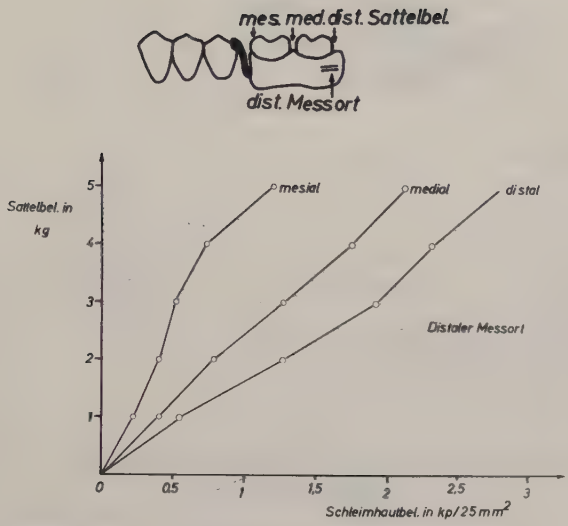


Abb. 12 -
Vermessene Gußklammern, sattelnahe Abstützung. Schleimhautpressung distal bei mesialer, medialer und distaler Sattelbelastung.
Die Pressung der distalen Schleimhaut ist umso größer, je weiter distal die Sattelbelastung erfolgt.

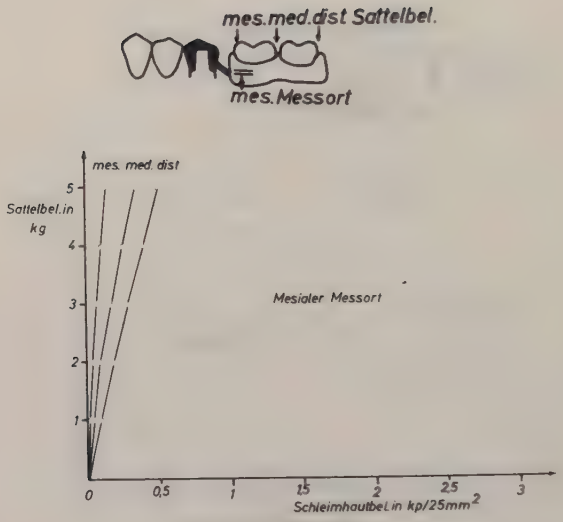


Abb. 13 -
Abstützung sattelnah mit Teleskopkronen. Schleimhautpressung mesial bei mesialer, medialer und distaler Sattelbelastung. Die Schleimhautpressung mesial nimmt zu, je weiter distal die Belastung des Prothesensattels erfolgt. Die Belastung und die Belastungsunterschiede sind wesentlich geringer als bei den partiellen Einstückguß-prothesen.

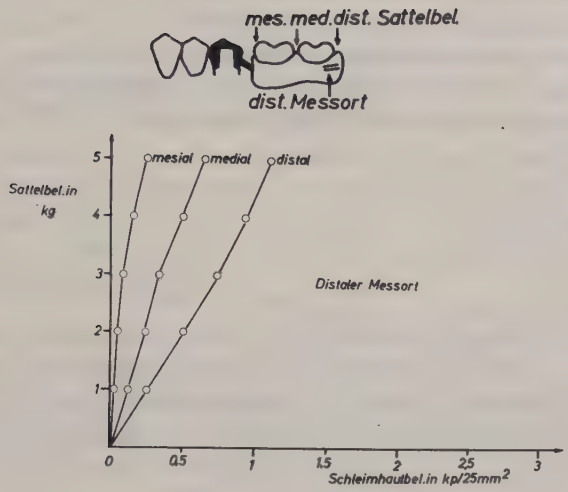


Abb. 14 -
Abstützung sattelnah mit Teleskopkronen. Schleimhautpressung distal bei mesialer, medialer und distaler Sattelbelastung. Die distale Schleimhautpressung nimmt zu, je weiter distal die Belastung des Prothesensattels erfolgt.

Diskussion der Ergebnisse bei den Modellversuchen

Stellt man die Ergebnisse der Abb. 9 - 14 zusammen, so zeigt sich, daß sowohl bei der sattelfernen als auch bei der sattelnahen Abstützung eines Freiendsattels die Schleimhaut unter dem distalen Sattelteil stärker gepreßt wird als die Schleimhaut unter dem mesialen Sattelteil (Abb. 15).

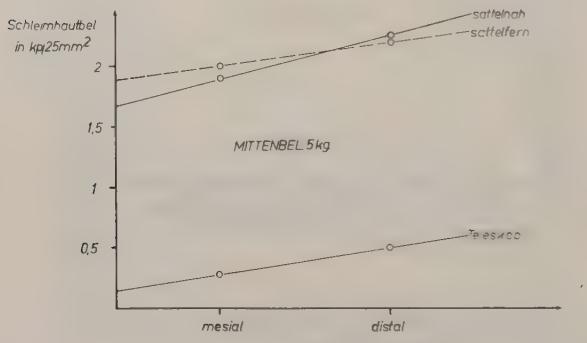


Abb. 15 -
Mesiale und distale Schleimhautpressung im Modellversuch bei verschiedener Abstützung. Vergleich bei Mittenbelastung. Die günstigste Belastungsverteilung ergibt sich bei sattelferner Lagerung.

Die Differenz der mesialen und distalen Schleimhautpressung ist jedoch unter einem Freiendsattel mit sattelferner Abstützung geringer als bei sattelnaher Lagerung. Damit ist im Modellversuch die Belastungsverteilung unter einem sattelfern abgestützten Sattel günstiger als unter dem sattelnah abgestützten Sattel.

Bei der Abstützung mit Teleskopprothesen zeigt sich, daß auch hier die distale Schleimhautpressung stärker ist als die Belastung unter dem mesialen Sattelteil. (Abb. 15) Verglichen mit den Ergebnissen der sattelnahen Abstützung mit vermessenen Gußklammern sind die Werte auffallend niedrig. Dieses Verhalten ist sehr wahrscheinlich auf die optimale Verbindung von Matrize mit Patrize zurückzuführen. Weiter ist im Modellversuch die Eigenbeweglichkeit des Zahnes ausgeschaltet, weshalb die ganze Abstützung starrer wirkt. Der Schluß, daß eine Teleskopverankerung die Schleimhaut entlasten würde, erscheint uns deshalb noch nicht zulässig.

Im Modellversuch konnte keine Belastungsverteilung zwischen beiden Kieferhälften festgestellt werden. Dieses Ergebnis steht den Behauptungen von A. KANTOROWICZ entgegen, stimmt aber wie die übrigen Ergebnisse mit denen von H. PFAU und G! WÖLFFLE überein.

Vorversuch III

Die Nachteile der Meßkondensatoren liegen in ihrer Temperaturempfindlichkeit, in ihrer geringen Haltbarkeit und in ihrer Größe. Deshalb suchten wir nach einem neuen Druckgeber.
Das unten beschriebene Gerät arbeitet im Prinzip nach dem Kohlenmikrofon.

Beim Kohlenmikrofon rufen die auf einer Membran auftretenden Schallwellen eine Lageänderung der an der Membran anliegenden Kohlenteilchen hervor. Dadurch ändert sich der Ohmsche Widerstand des Kohlenleiters. Dies äußert sich in einer Spannungsänderung.

Der vorliegende Druckgeber besteht aus einem elastischen Leiter (Kohle/Silone) und zwei Metallplatten, die mit den Polen der Zuleitung verbunden sind. Wir brachten den Kohlenstaub in das elastische Material ein, um dadurch zu sichern, daß die Kohlenteilchen nach jeder Druckeinwirkung wieder ihre Ausgangslage zueinander einnehmen. Dadurch erst kann eine Spannungsänderung auftreten.

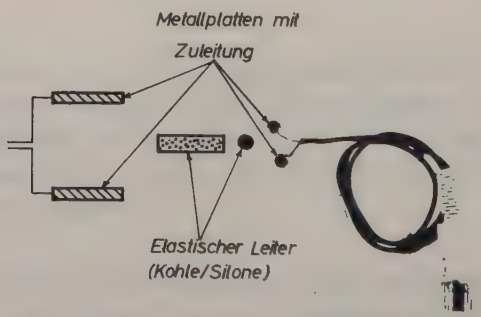


Abb. 16 - Aufbau des Druckgebers links schematisch, rechts im Original.

Das von einem Kohlentiegel gewonnene Material wurde auf einer Anrührplatte mit der Silonemasse vermengt und nach Zugabe von Reaktol zwischen zwei Glasplatten in die gewünschte Stärke gepreßt. In der beschriebenen Versuchsanordnung wählten wir ein Gewichtsverhältnis von Kohle zu Silone wie 0,8 : 1,0. Der elastische Leiter hatte eine Stärke von 1 mm.

Die Flächenausdehnung von Metallplatten und elastischem Leiter begrenzten wir auf 25 $mm^2$. Nach Verbindung der Plattenkontakte mit dem Leiter konnte bei einer geringen Druckanwendung ( ca. 1 kg) und Einstellung der Meßbrücke auf mittlere Empfindlichkeit über den angeschlossenen Schreiber ein Ausschlag von 3 bis 4 cm verzeichnet werden. Die Messung der Hubänderung bei einer Druckanwendung bis 2 kg erbrachte Werte von einigen hundertstel mm. Die Aufgabe weiterer Untersuchungen wäre es, für diesen Druckgeber eine geeignete Kapsel zu schaffen und sein Temperaturverhalten zu prüfen. Es wäre weiter nach einem elastischen Material zu suchen, in das sich noch mehr Kohle einbringen läßt, ohne daß das elastische Verhalten darunter leidet. Dies könnte eine Empfindlichkeitssteigerung des Druckgebers erbringen und die Möglichkeit, seine Dimensionen noch weiter zu begrenzen.

## IV. Hauptversuche

Zu bestimmen war die mesiale und distale Schleimhautpressung unter Einstuckgußfreiendprothesen während des Kauens. Für insgesamt 9 Patienten wurde je eine Einstückgußprothese angefertigt, die Schleimhautbelastung wurde unter 12 Freiendsätteln gemessen.

Das einzelne Prothesengerüst enthielt in seinem Aufbau sowohl die Abstützungselemente der sattelnahen wie der sattelfernen Lagerung (Abb. 17).

1. Sattelferne Abstützung: Die Entfernung zwischen Sattel und Auflage wurde möglichst groß gehalten. Je nach Befund erfolgte die Abstützung am Restgebiß mit einer Bonwillklammer auf 3/4 bzw. 4/5. Ein starrer Umgehungsbügel verband den Sattel mit der Auflageklammer.

2. Sattelnahe Abstützung: Eine einfache Auflageklammer auf dem letzten Zahn vor dem Freiendsattel bildete das Verankerungselement der sattelnahen Lagerung.

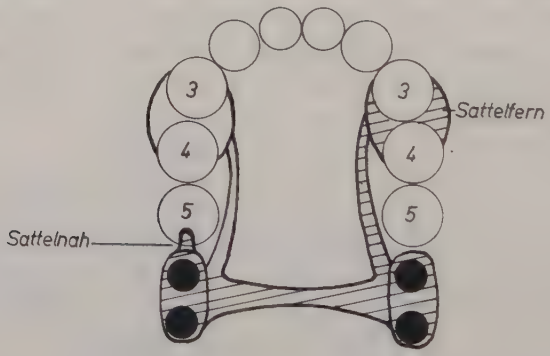


Abb. 17 - Sattelferne und sattelnahe Abstützung einer Einstückgußprothese.

Linke Bildhälfte: Die Auflage auf dem letzten Zahn vor dem Freiendsattel soll die Verhältnisse der sattelnahen Abstützung wiedergeben.

Rechte Bildhälfte: Nach Entfernung der sattelnahen Auflageklammer erfolgt die Messung bei sattelferner Abstützung.

Es wurde nun einmal die Schleimhautbelastung mit Auflageklammer auf dem letzten Zahn gemessen, um dadurch die Verhältnisse für die sattelnahe Abstützung zu gewinnen. Die nächste Messung erfolgte nach Entfernung der Auflage; die Prothese war nun sattelfern abgestützt.

Als Testspeisen dienten Brot (Vollkornbrot), Erdnüsse (ungesalzen) und Silonewürfelchen.

1. Einbau der Druckgeber in die Prothese

Das Prothesengerüst des Freiendsattels erhält mesial und distal eine Aussparung, um eine ungehinderte Bewegung der druckaufnehmenden Stempel zu ermöglichen. Die Kondensatoren +) wurden über der mesialen und distalen Aussparung angebracht.

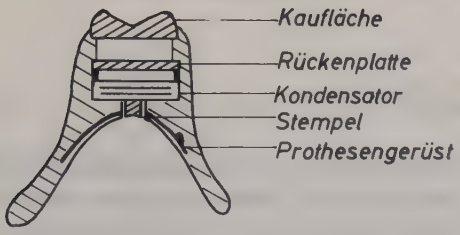


Abb. 18 -
Einbau eines Druckgebers in den Prothesensattel

Um eine Druckeinwirkung von Seiten der Kaufläche auf den Kondensator auszuschliessen, verstärkten wir die der Kau-

+) Für die Messungen verwendeten wir die Druckgeber Bi I

fläche gegenüberliegende Kondensatorseite durch eine 1 mm starke Rückenplatte aus Messing. Mit einigen Tropfen Paladur wurde sie im Abstand von 1 mm über dem Druckgeber befestigt. Zur Herstellung der Kauflächen wurden Wachsschablonen von Abrasionszähnen (Typodens der Firma Hutschenreuther) verwendet. Sie konnten in weichem Zustand dem Gegenbiß angepaßt werden. Die aus Messing gegossene Kaufläche fixierten wir mit selbsthärtendem Kunststoff auf dem Prothesengerüst, wobei darauf geachtet wurde, daß zwischen Kaufläche und Rükkenplatte des Kondensators ein Hohlraum erhalten blieb. Die Seitenwände des Prothesensattels erhielten eine Verkleidung aus Plattenwachs, darüber brachten wir zur Verstärkung eine Schicht Paladur an. Anschließend wurden die Kunststoffstempel, deren Fläche auf 25 $mm^2$ begrenzt war, über die Aussparungen mit den Druckgebern verbunden.

Eine Unterfütterung der Stempel mit Paladur ergab eine genaue Anpassung an das Schleimhautrelief. Vor und nach jeder Messung wurden die Druckgeber geeicht.

## 2. Durchführung der Versuche

Der Patient wurde gebeten, die Testspeisen nacheinander zuerst rechts, anschließend links zu kauen, um dadurch Aufzeichnungen über die Schleimhautbelastung von Kauseite und Nichtkauseite zu erhalten. Nach Entfernung der sattelnahen Auflage wiederholte der Probant den Kauvorgang bei gleichbleibender Reihenfolge der Kauproben.

## 3. Auswertung der Meßergebnisse

Die Auswertung der Registrierstreifen erfolgte in Anlehnung an die von G. WÖLFFLE und H. PFAU beschriebene Methode.

Die Zeitmarkierung am oberen Rand des Registrierstreifens erlaubt uns, den zeitlichen Ablauf einer einzelnen Kaubewegung zu untersuchen. Darunter sind die beiden Belastungskurven angeordnet.

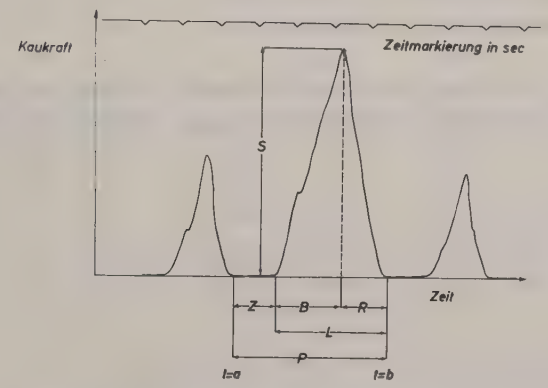


Abb. 19 - Analyse einer Kaukurve (Umzeichnung nach Eichner)

P = Periodendauer  Z = Zwischenzeit  L = Lastzeit
B = Belastungszeit  R = Restitutionszeit
S = Scheitelwert  t=a = Anfang der Periodendauer
t=b = Ende der Periodendauer

Die Zeitspanne vom Anstieg der Kurve bis zum Wiedererreichen der Grundlinie wird als Lastzeit bezeichnet. Die Lastzeit kann in die Belastungszeit und in die Restitutionszeit unterteilt werden. Belastungszeit und Restitutionszeit grenzen aneinander im Scheitelwert, der als Ausdruck maximaler Kaukraftentfaltung während einer Kaufolge betrachtet werden kann. Als Zwischenzeit bezeichnet

man die Zeit zwischen zwei Lastzeiten. Zwischenzeit und Lastzeit ergeben die Periodendauer, die dem zeitlichen Verlauf einer Kaufolge entspricht.

Ein Vergleich der Belastungsdiagramme mit den Eichkurven führte zu einer Auswertung der Aufzeichnungen. Wir bestimmten aus jeweils 10 Kaufolgen:

1. Die Lastzeit,
2. die Belastungszeit,
3. die durchschnittliche Kaukraft,
4. die Kaufrequenz pro Sekunde.

Aus den im Anhang aufgeführten Protokollblättern lassen sich die Ergebnisse der Versuchsgänge zusammenstellen.

## 4. Zusammenstellung der Meßwerte

Durchschnittswerte bei sattelnaher Abstützung

| | BROT | | NUSS | | SILONE | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal | mesial | distal |
| 1.Mess. | 1,11 | 1,47 | 1,25 | 1,57 | 1,45 | 1,8 |
| 2.Mess. | 1,1 | 1,6 | 1,05 | 1,45 | 1,17 | 1,45 |
| 3.Mess. | 1,05 | 1,3 | 0,98 | 1,2 | 1,02 | 1,29 |
| 4.Mess. | 1,15 | 1,35 | 1,12 | 1,36 | 1,1 | 1,39 |
| 5.Mess. | 1,05 | 1,19 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,25 |
| 6.Mess. | 1,1 | 1,55 | 1,2 | 1,4 | 1,2 | 1,5 |
| 7.Mess. | 0,9 | 1,15 | 1,15 | 1,28 | 1,1 | 1,2 |
| 8.Mess. | 1,07 | 1,35 | 1,4 | 1,6 | 1,33 | 1,61 |
| 9.Mess. | 1,38 | 1,6 | 1,38 | 1,6 | 1,1 | 1,65 |
| 10.Mess. | 1,24 | 1,5 | 1,34 | 1,5 | 1,2 | 1,45 |
| 11.Mess. | 1,07 | 1,67 | 1,16 | 1,35 | 1,16 | 1,4 |
| 12.Mess. | 1,2 | 1,42 | 1,13 | 1,43 | 1,12 | 1,3 |
| Mittelwert: | 1,14 | 1,43 | 1,19 | 1,41 | 1,17 | 1,44 |
| 4-fach | 4,55 kp/cm$^2$ | 5,75 kp/cm$^2$ | 4,76 kp/cm$^2$ | 5,65 kp/cm$^2$ | 4,7 kp/cm$^2$ | 5,75 kp/cm$^2$ |

Tabelle 1: Messung im Munde des Patienten. Vergleich der durchschnittlichen mesialen und distalen Alveolarkammbelastung bei sattelnaher Abstützung. Die durchschnittliche Belastung (mesial 4,5 - 4,7 kp/cm$^2$, distal 5,6 - 5,7 kp/cm$^2$) ist mesial geringer als distal. Bei sattelnaher Lagerung wird somit das distale Prothesenlager stärker belastet.

Maximalwerte bei sattelnaher Abstützung

| | BROT | | NUSS | | SILONE | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal | mesial | distal |
| 1.Mess. | 1,3 | 1,75 | 1,75 | 2,0 | 1,7 | 2,05 |
| 2.Mess. | 1,5 | 2,2 | 1,4 | 2,2 | 1,6 | 2,3 |
| 3.Mess. | 1,3 | 1,5 | 1,2 | 1,65 | 1,25 | 1,55 |
| 4.Mess. | 1,4 | 1,6 | 1,4 | 2,0 | 1,35 | 1,8 |
| 5.Mess. | 1,38 | 1,45 | 1,35 | 1,4 | 1,38 | 1,55 |
| 6.Mess. | 1,49 | 2,2 | 1,42 | 1,8 | 1,39 | 1,5 |
| 7.Mess. | 1,1 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,25 | 1,4 |
| 8.Mess. | 1,4 | 1,65 | 1,7 | 1,85 | 1,75 | 1,95 |
| 9.Mess. | 1,9 | 2,0 | 1,9 | 2,1 | 1,5 | 2,1 |
| 10.Mess. | 1,6 | 2,2 | 1,7 | 2,2 | 1,4 | 1,75 |
| 11.Mess. | 1,4 | 2,6 | 1,4 | 1,7 | 1,4 | 1,55 |
| 12.Mess. | 1,5 | 1,75 | 1,3 | 1,9 | 1,3 | 1,60 |
| Mittelwert: | 1,44 | 1,83 | 1,48 | 1,836 | 1,44 | 1,75 |
| 4-fach | 5,76 kp/cm$^2$ | 7,35 kp/cm$^2$ | 5,92 kp/cm$^2$ | 7,35 kp/cm$^2$ | 5,76 kp/cm$^2$ | 7,0 kp/cm$^2$ |

Tabelle 2: Vergleich der maximalen mesialen und distalen Alveolarkammbelastung bei sattelnaher Abstützung. (Mesial 5,7 - 5,9 kp/cm$^2$, distal 7,0 - 7,3 kp/cm$^2$.) Die distale Schleimhautbelastung liegt 24 % über der mesialen. Das Verhältnis von mesialer zu distaler Schleimhautpressung entspricht dem bei den Durchschnittswerten gefundenen.

Durchschnittswerte bei sattelferner Abstützung

| | BROT | | NUSS | | SILONE | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal | mesial | distal |
| 1.Mess. | 1,26 | 1,35 | 1,34 | 1,45 | 1,34 | 1,45 |
| 2.Mess. | 1,2 | 1,37 | 1,3 | 1,39 | 1,5 | 1,95 |
| 3.Mess. | 1,08 | 1,1 | 1,05 | 1,11 | 1,1 | 1,2 |
| 4.Mess. | 1,15 | 1,25 | 1,2 | 1,3 | 1,19 | 1,27 |
| 5.Mess. | 1,27 | 1,45 | 1,35 | 1,47 | 1,39 | 1,51 |
| 6.Mess. | 1,3 | 1,48 | 1,4 | 1,58 | 1,38 | 1,55 |
| 7.Mess. | 1,08 | 1,1 | 1,1 | 1,18 | 1,05 | 1,1 |
| 8.Mess. | 1,35 | 1,5 | 1,3 | 1,48 | 1,25 | 1,4 |
| 9.Mess. | 1,24 | 1,35 | 1,4 | 1,5 | 1,37 | 1,45 |
| 10.Mess. | 1,25 | 1,37 | 1,43 | 1,5 | 1,3 | 1,4 |
| 11.Mess. | 1,35 | 1,5 | 1,46 | 1,53 | 1,44 | 1,6 |
| 12.Mess. | 1,25 | 1,32 | 1,25 | 1,4 | 1,27 | 1,42 |
| Mittel-wert: | 1,23 | 1,36 | 1,29 | 1,48 | 1,3 | 1,43 |
| 4-fach | 4,92 kp/cm$^2$ | 5,4 kp/cm$^2$ | 5,15 kp/cm$^2$ | 5,92 kp/cm$^2$ | 5,2 kp/cm$^2$ | 5,72 kp/cm$^2$ |

Tabelle 3: Vergleich der durchschnittlichen mesialen und distalen Alveolarkammbelastung bei sattelferner Abstützung. Wie bei der sattelnahen Abstützung ist die distale Schleimhautpressung größer. Jedoch ist die Differenz zwischen mesialer und distaler Schleimhautpressung geringer als bei sattelnaher Abstützung. (Mesial 4,9 - 5,2 kp/cm$^2$, distal 5,4 - 5,9 kp/cm$^2$, Belastungsdifferenz 11 %.)

Maximalwerte bei sattelferner Abstützung

| | BROT | | NUSS | | SILONE | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal | mesial | distal |
| 1.Mess. | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,0 | 1,8 | 2,0 |
| 2.Mess. | 1,3 | 1,7 | 1,5 | 2,0 | 1,5 | 1,95 |
| 3.Mess. | 1,25 | 1,3 | 1,25 | 1,28 | 1,3 | 1,3 |
| 4.Mess. | 1,35 | 1,6 | 1,39 | 1,8 | 1,4 | 1,7 |
| 5.Mess. | 1,55 | 2,0 | 1,75 | 2,0 | 1,65 | 2,1 |
| 6.Mess. | 1,45 | 1,8 | 1,58 | 1,8 | 1,8 | 1,95 |
| 7.Mess. | 1,2 | 1,25 | 1,2 | 1,25 | 1,15 | 1,3 |
| 8.Mess. | 1,65 | 1,75 | 1,45 | 1,65 | 1,6 | 1,75 |
| 9.Mess. | 1,6 | 2,2 | 1,8 | 2,1 | 1,6 | 2,0 |
| 10.Mess. | 1,5 | 1,9 | 1,7 | 1,8 | 1,55 | 1,8 |
| 11.Mess. | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,85 |
| 12.Mess. | 1,48 | 1,45 | 1,35 | 1,75 | 1,45 | 1,7 |
| Mittelwert: | 1,44 | 1,67 | 1,54 | 1,77 | 1,55 | 1,77 |
| 4-fach | 5,76 kp/cm$^2$ | 6,68 kp/cm$^2$ | 6,15 kp/cm$^2$ | 7,1 kp/cm$^2$ | 6,2 kp/cm$^2$ | 7,1 kp/cm$^2$ |

Tabelle 4: Vergleich der maximalen mesialen und distalen Alveolarkammbelastung bei sattelferner Abstützung.
Belastung mesial 5,7 - 6,2 kp/cm$^2$, distal 6,7 - 7,1 kp/cm$^2$.
Mesiale und distale Schleimhautbelastung unterscheiden sich um 5,9 %.

Vergleich der Kaufrequenzen/sek.

| | s a t t e l n a h | | | s a t t e l f e r n | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | BROT | NUSS | SILONE | BROT | NUSS | SILONE |
| 1.Mess. | 1,2 | 1,5 | 1,68 | 1,05 | 1,06 | 1,05 |
| 2.Mess. | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,35 | 1,6 | 1,4 |
| 3.Mess. | 1,1 | 1,35 | 1,2 | 1,1 | 1,25 | 1,1 |
| 4.Mess. | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,35 | 1,1 | 1,3 |
| 5.Mess. | 1,6 | 1,5 | 1,65 | 1,05 | 1,1 | 1,4 |
| 6.Mess. | 1,3 | 1,6 | 1,4 | 1,1 | 1,28 | 1,31 |
| 7.Mess. | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,50 | 1,45 | 1,8 |
| 8.Mess. | 1,41 | 1,55 | 1,5 | 1,28 | 0,92 | 0,95 |
| 9.Mess. | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,6 | 1,55 |
| 10.Mess. | 1,7 | 1,8 | 1,7 | 1,7 | 1,9 | 1,7 |
| 11.Mess. | 1,35 | 1,85 | 1,45 | 1,08 | 1,28 | 1,31 |
| 12.Mess. | 1,2 | 1,4 | 1,45 | 1,1 | 1,35 | 1,45 |
| Mittel-wert: | 1,4 | 1,38 | 1,53 | 1,26 | 1,32 | 1,45 |

Tabelle 5: Vergleich der Kaufrequenzen verschiedener Speisen bei sattelnaher und sattelferner Abstützung. Ein Einfluß der Testspeise auf die Kaufrequenz ist nicht nachzuweisen.

## 5. Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchungen am Patienten über die Belastungsverteilung unter abgestützten Freiendprothesen sind in den Tabellen 1 - 4 zusammengestellt. Daraus lassen sich die Verhältnisse bei sattelnaher und sattelferner Abstützung von Einstückguß-Freiendprothesen ableiten.

### 1. Sattelnahe Abstützung:

Die durchschnittliche Schleimhautpressung bei sattelnaher Abstützung beträgt 4,5 - 4,7 kp/cm$^2$, distal steigt sie auf 5,6 - 5,7 kp/cm$^2$ an. Das distale Prothesenlager wird um 25 - 30 % stärker belastet als das mesiale.

Die stärkere distale Belastung bestätigt die Berechnungen von A. KANTOROWICZ. Dieses Ergebnis stimmt auch mit den Modellversuchen von G. WÖLFFLE und H. PFAU sowie mit den eigenen Vorversuchen überein.

Es muß erwähnt werden, daß die distale Schleimhautpressung bei einer einseitigen sattelnahen Lagerung wahrscheinlich höher ausgefallen wäre, da die distale Einsinktiefe des Sattels bei den doppelseitigen Freiendprothesen durch den starren Umgehungsbügel gemindert wurde.

Bei der maximalen Kammbelastung liegen die Werte etwa ein Viertel über den durchschnittlichen Ergebnissen. Das Verhältnis von mesialer zu distaler Schleimhautpressung bleibt dabei gewahrt. Diese Maximalwerte traten nur vereinzelt auf und meist zu Beginn einer Kauserie.

### 2. Sattelferne Abstützung:

Die sattelferne Abstützung am Restgebiß ergibt eine mesiale Schleimhautpressung von 4,9 - 5,2 kp/cm$^2$, distal schwanken die Werte zwischen 5,4 - 5,9 kp/cm$^2$. Distal

ist die Pressung also 1/10 höher als mesial.

Im Vergleich zu der sattelnahen Abstützung ist bei der sattelfernen Lagerung eine gleichmäßigere Pressung des mesialen und distalen Prothesenlagers festzustellen.

Diese im Munde gemessenen Werte bestätigen die theoretischen Überlegungen von A. KANTOROWICZ. Die Aussagen der Modellversuche von H. PFAU, sowie die Ergebnisse des eigenen Vorversuches finden hierdurch ihre Bestätigung.

Die maximale Schleimhautpressung beträgt mesial 5,7 - 6,2 kp/cm$^2$, distal 6,7 - 7,1 kp/cm$^2$.

3. Belastungsausgleich zwischen beiden Kieferhälften

Bei der sattelnahen wie auch bei der sattelfernen Abstützung wird die Schleimhaut praktisch nur unter der Kauseite belastet. Vereinzelt aufgetretene Werte hatten ihre Ursache einer geringgradigen Bißhebung oder auf die Nichtkauseite abgeirrten Speisebrocken zu verdanken. Das Ergebnis widerspricht den Aussagen von A. KANTOROWICZ. Es findet sich in Übereinstimmung mit den Resultaten von E. KÖRBER, G. WÖLFFLE und H.PFAU.

4. Kaufrequenz

Der einzelne Patient kaut die verschiedenen Testspeisen durchschnittlich mit gleicher Geschwindigkeit. Individuell bestehen aber größere Unterschiede. Ein Zusammenhang zwischen Kaufrequenz und Nahrungsart liegt nicht vor. Ebenso kann keine Abhängigkeit zwischen Schleimhautbelastung und Kaufrequenz gefunden werden. Die Kaufrequenz von 1,3 bis 1,5 sek. bestätigt die Angaben von E. KÖRBER, H. PFAU und G. WÖLFFLE.

5. Lastzeit und Belastungszeit

Die Belastungszeit entspricht im Durchschnitt 3/5 der

Lastzeit. Die drei Testspeisen rufen keine unterschiedliche Belastungszeit hervor. Auch dieses Ergebnis stimmt mit den Angaben von E. KÖRBER, H. PFAU und G. WÖLFFLE überein.

Nach diesen Untersuchungen ist bei paradontal-gingival getragenen Prothesen eine sattelferne Lagerung anzustreben. Hinsichtlich der eingangs geforderten Belastungsverteilung ist bei abgestützten Freiendprothesen die sattelferne Lagerung der sattelnahen Lagerung vorzuziehen.

Im Rahmen dieser Arbeit ergeben sich Ansätze für weitere Untersuchungen:

1. Die Schleimhautpressung unter Teleskopprothesen.
2. Die Abstützung am Restgebiß in Verbindung mit Gelenken und ihre Einwirkung auf die Belastung des Prothesenlagers.
3. Die Kraftübertragung auf die Pfeilerzähne.
4. Die Beweglichkeit der Pfeilerzähne in Abhängigkeit von der Abstützung.

## 6. Zusammenfassung

Die Arbeit befaßt sich mit der Belastung der Schleimhaut unter abgestützten, frei endenden Prothesensätteln.

In einem Vorversuch wurde das Temperaturverhalten der kapazitiven Druckgeber geprüft. Es konnte bei einigen Druckgebern eine deutliche Temperaturempfindlichkeit festgestellt werden, die durch Eichung im Wasserbad von Mundtemperatur ausgeschaltet werden kann.

Ein weiterer Vorversuch erforschte an einem Phantommodell, dessen Weichgewebe durch Silone nachgeahmt wurden,

1. die mesiale und distale Schleimhautbelastung unter einer Einstückguß-Freiendprothese des Oberkiefers bei sattelnaher und sattelferner Abstützung.

2. Die mesiale und distale Schleimhautpressung unter einem Freiendsattel, der durch Teleskopkronen abgestützt war.

Die distale Schleimhautbelastung war bei allen Abstützungsarten größer als die mesiale. Die sattelferne Abstützung am Restgebiß führte zu einer gleichmäßigeren Belastung des Prothesenlagers. Wahrscheinlich durch die Versuchsanordnung bedingt, wurde unter der Teleskopprothese die geringste Schleimhautpressung registriert.

Im Hauptversuch wurde die mesiale und distale Alveolarkammbelastung im Munde unter Einstückguß-Freiendprothesen bei insgesamt 9 Patienten untersucht. Die Abstützung war einmal sattelnah, einmal sattelfern.

Bei sattelnaher Abstützung trat mesial eine durchschnittliche Schleimhautbelastung von 4,6 kp/cm$^2$ auf, distal eine Belastung von 5,7 kp/cm$^2$. Die maximale Schleimhautpressung betrug dabei mesial 5,8 kp/cm$^2$, distal 7,3 kp/cm$^2$. Die durchschnittliche Alveolarkammbelastung bei sattelferner Abstützung war mesial 5,1 kp/cm$^2$, distal 5,6 kp/cm$^2$. Die

Maximalbelastung erreichte mesial 6,0 kp/cm$^2$, distal 7,8 kp/cm$^2$.

Auch bei diesen Untersuchungen ergab sich eine günstigere Belastungsverteilung bei sattelferner Abstützung, die deshalb der sattelnahen Abstützung vorzuziehen ist.

Ein Zusammenhang zwischen Belastungsgröße und Testspeise konnte nicht ermittelt werden.

Ein Belastungsausgleich zwischen beiden Kieferseiten ist nicht erkennbar. Die Untersuchung der zeitlichen Abläufe des Kaugeschehens ergab eine Kaufrequenz von 1,3 bis 1,45/sek. Die höchsten Werte wurden mit Silone erzielt.

Die Ergebnisse lassen die Vorteile einer sattelfernen Abstützung von parodontal-gingival getragenen Freiendprothesen erkennen. Sie rechtfertigen die Forderung nach einer peripheren Auflageachse, da dann die Belastung des Prothesenlagers gleichmäßig erfolgt. Außerdem bieten die Ergebnisse Ansätze zu weiteren Untersuchungen über die Belastung von Prothesenlager und Restzähnen.

## 7. Anhang - Protokollblätter

1. Messung: Frau B.K., 61 Jahre

OK-Einstückgußprothese, Registrierung linker Sattel mesial und distal. Es stehen die Zähne 7 5 32112345.

Konstruktion auf Seiten des Freiendsattels:
Sattelferne Abstützung: Bonwillklammer 45, Umgehungsbügel starr.
Sattelnahe Abstützung: Auflage 5.

Ergebnisse bei sattelnaher Abstützung:

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,72 | 0,3 | 0,4 |
| Belastungszeit | 0,46 | 0,19 | 0,21 |
| Kaufrequenz | 1,05 | 1,06 | 1,05 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,3 | 1,75 | 0,3 | 0,75 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,11 | 1,47 | 0,25 | 0,55 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,75 | 2,0 | 0,45 | 1,05 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,25 | 1,57 | 0,26 | 0,75 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,7 | 2,05 | 0,45 | 0,9 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,45 | 1,8 | 0,2 | 0,7 |

1. Messung: Frau B.K., 61 Jahre

Ergebnisse nach Entfernung der Auflage 5.
Sattelferne Abstützung.

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,46 | 0,33 | 0,45 |
| Belastungszeit | 0,29 | 0,18 | 0,23 |
| Kaufrequenz | 1,2 | 1,50 | 1,68 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,5 | 1,6 | 0,37 | 0,45 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,26 | 1,35 | 0,3 | 0,4 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,9 | 2,0 | 0,5 | 0,75 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,34 | 1,45 | 0,35 | 0,45 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,8 | 2,0 | 0,5 | 0,75 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,34 | 1,45 | 0,35 | 0,45 |

2. Messung: Frau S.M., 60 Jahre.

OK-Einstückgußprothese, Registrierung rechter Sattel mesial und distal. Es stehen die Zähne 5 3211234 67.

Konstruktion auf Seiten des Freiendsattels:
Sattelferne Abstützung: Bonwillklammer 32,Umgehungsbügel starr.
Sattelnahe Abstützung: Auflage 5.

Ergebnisse bei sattelnaher Abstützung:

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,37 | 0,31 | 0,43 |
| Belastungszeit | 0,19 | 0,21 | 0,29 |
| Kaufrequenz | 1,35 | 1,6 | 1,4 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,5 | 2,2 | 0,2 | 0,6 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,1 | 1,6 | 0,1 | 0,25 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| Maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,4 | 2,2 | 0,25 | 0,45 |
| Ø Kaukraft 25 $mm^2$ in kp | 1,05 | 1,45 | 0,2 | 0,25 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft 25 $mm^2$ in kp | 1,6 | 2,3 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft 25 $mm^2$ in kp | 1,17 | 1,45 | 0 | 0 |

2. Messung: Frau S.M., 60 Jahre

Ergebnisse nach Entfernung der Auflage 5.
Sattelferne Abstützung.

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,42 | 0,4 | 0,39 |
| Belastungszeit | 0,21 | 0,27 | 0,25 |
| Kaufrequenz | 1,2 | 1,4 | 1,5 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,3 | 1,7 | 0,2 | 0,3 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,2 | 1,37 | 0,11 | 0,2 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,5 | 2,0 | 0,15 | 0,2 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,3 | 1,395 | 0,15 | 0,2 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,5 | 1,95 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,27 | 1,35 | 0 | 0 |

3. Messung: Frau Z. Ch., 45 Jahre.

UK-Einstückgußprothese, Registrierung rechter Sattel mesial und distal. Es stehen die Zähne 5432112345.
Konstruktion auf Seiten des Freiendsattels:
Sattelferne Abstützung: Bonwillklammer 43
Sattelnahe Abstützung: Auflage 5.

Ergebnisse bei sattelnaher Abstützung:

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,61 | 0,5 | 0,8 |
| Belastungszeit | 0,39 | 0,29 | 0,3 |
| Kaufrequenz | 1,1 | 1,25 | 1,1 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,3 | 1,5 | 0,25 | 0,35 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,05 | 1,3 | 0,2 | 0,25 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,2 | 1,65 | 0,2 | 0,4 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 0,98 | 1,2 | 0,15 | 0,35 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,25 | 1,55 | 0,2 | 0,25 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,02 | 1,29 | 0,1 | 0,15 |

3. Messung: Frau Z.Ch., 45 Jahre.

Ergebnisse nach Entfernung der Auflage 5.
Sattelferne Abstützung.

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,52 | 0,39 | 0,51 |
| Belastungszeit | 0,3 | 0,28 | 0,29 |
| Kaufrequenz | 1,1 | 1,35 | 1,2 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$/in kp | 1,25 | 1,3 | 0,29 | 0,34 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,08 | 1,1 | 0,17 | 0,22 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,25 | 1,28 | 0,25 | 0,28 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,05 | 1,11 | 0,15 | 0,22 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,3 | 2,3 | 0,25 | 0,29 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,1 | 1,2 | 0,1 | 0,15 |

4.Messung: Frau Z.Ch., 45 Jahre.

UK-Einstückgußprothese, Registrierung linker Sattel mesial und distal. Es stehen die Zähne 5432112345.
Konstruktion auf Seiten des Freiendsattels:
Sattelferne Abstützung: Bonwillklammer 34
Sattelnahe Abstützung: Auflage 5.

Ergebnisse bei sattelnaher Abstützung:

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek.: | 0,52 | 0,53 | 0,62 |
| Belastungszeit: | 0,34 | 0,29 | 0,35 |
| Kaufrequenz: | 1,35 | 1,1 | 1,3 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,4 | 1,6 | 0,15 | 0,2 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,15 | 1,35 | 0,1 | 0,15 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,4 | 2,0 | 0,35 | 0,5 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,12 | 1,36 | 0,24 | 0,35 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,35 | 1,8 | 0,3 | 0,37 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,1 | 1,39 | 0,2 | 0,28 |

4. Messung: Frau Z.Ch., 45 Jahre.

Ergebnisse nach Entfernung der Auflage 5.
Sattelferne Abstützung.

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,5 | 0,49 | 0,6 |
| Belastungszeit | 0,31 | 0,3 | 0,3 |
| Kaufrequenz | 1,4 | 1,2 | 1,3 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,35 | 1,6 | 0,15 | 0,18 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,15 | 1,25 | 0,11 | 0,16 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,39 | 1,8 | 0,38 | 0,5 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,2 | 1,3 | 0,29 | 0,37 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,4 | 1,7 | 0,3 | 0,4 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,19 | 1,27 | 0,18 | 0,27 |

5. Messung: Frau Z.Ch., 45 Jahre.

OK-Einstückgußprothese, Registrierung rechter Sattel mesial und distal. Es stehen die Zähne 543211234 7.
Konstruktion auf Seiten des Freiendsattels:
Sattelferne Abstützung: Bonwillkammer 43
Sattelnahe Abstützung: Auflage 5.

Ergebnisse bei sattelnaher Abstützung:

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,58 | 0,54 | 0,6 |
| Belastungszeit | 0,34 | 0,26 | 0,32 |
| Kaufrequenz | 1,05 | 1,1 | 1,4 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,38 | 1,45 | 0,21 | 0,25 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,05 | 1,19 | 0,13 | 0,17 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,35 | 1,4 | 0,7 | 0,9 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,1 | 1,2 | 0,4 | 0,6 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,38 | 1,55 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,1 | 1,25 | 0 | 0 |

5. Messung: Frau Z. Ch., 45 Jahre.

Ergebnisse nach Entfernung der Auflage 5.
Sattelferne Abstützung.

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,42 | 0,45 | 0,41 |
| Belastungszeit | 0,23 | 0,21 | 0,26 |
| Kaufrequenz | 1,6 | 1,5 | 1,65 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,55 | 2,0 | 0,7 | 0,9 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,27 | 1,45 | 0,3 | 0,5 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,75 | 2,0 | 0,4 | 0,5 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,35 | 1,47 | 0,24 | 0,35 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,65 | 2,1 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,39 | 1,51 | 0 | 0 |

6. Messung: Herr Sch.K., 47 Jahre.

OK-Einstückgußprothese, Registrierung rechter Sattel mesial und distal. Es stehen die Zähne 43 1123 5
Konstruktion auf Seiten des Freiendsattels:
Sattelferne Abstützung: Bonwillklammer 43
Sattelnahe Abstützung: Auflage 4.

Ergebnisse bei sattelnaher Abstützung:

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,4 | 0,37 | 0,38 |
| Belastungszeit | 0,21 | 0,22 | 0,23 |
| Kaufrequenz | 1,1 | 1,28 | 1,31 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,49 | 2,2 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,1 | 1,55 | 0 | 0 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,42 | 1,8 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,2 | 1,4 | 0 | 0 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,39 | 1,5 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,2 | 1,5 | 0 | 0 |

6. Messung: Herr Sch.K., 47 Jahre.

Ergebnisse nach Entfernung der Auflage 4.
Sattelferne Abstützung.

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,38 | 0,4 | 0,41 |
| Belastungszeit | 0,23 | 0,2 | 0,21 |
| Kaufrequenz | 1,3 | 1,6 | 1,4 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,45 | 1,8 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,3 | 1,48 | 0 | 0 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,58 | 1,8 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,4 | 1,58 | 0 | 0 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,8 | 1,95 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,38 | 1,55 | 0 | 0 |

7.Messung: Frau J.S., 25 Jahre.

OK-Einstückgußprothese, Registrierung linker Sattel mesial und distal. Es stehen die Zähne 7 5 32112345
Konstruktion auf Seiten des Freiendsattels:
Sattelferne Abstützung: Bonwillklammer 34.
Sattelnahe Abstützung: Auflage 5.

Ergebnisse bei sattelnaher Abstützung:

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,38 | 0,35 | 0,34 |
| Belastungszeit | 0,23 | 0,21 | 0,19 |
| Kaufrequenz | 1,5 | 1,45 | 1,8 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,1 | 1,3 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 0,9 | 1,15 | 0 | 0 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,2 | 1,3 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,15 | 1,28 | 0 | 0 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,25 | 1,4 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,1 | 1,2 | 0 | 0 |

7.Messung: Frau J.S., 25 Jahre.

Ergebnisse nach Entfernung der Auflage 5.
Sattelferne Abstützung.

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,39 | 0,38 | 0,37 |
| Belastungszeit | 0,22 | 0,22 | 0,21 |
| Kaufrequenz | 1,7 | 1,8 | 1,8 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,2 | 1,25 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,08 | 1,1 | 0 | 0 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,2 | 1,25 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,1 | 1,18 | 0 | 0 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,15 | 1,3 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,05 | 1,1 | 0 | 0 |

8.Messung: Herr H.G., 49 Jahre.

UK-Einstückgußprothese, Registrierung rechter Sattel mesial und distal.
Konstruktion auf Seiten des Freiendsattels:
Sattelferne Abstützung: Bonwillklammer 43,Umgehungsbügel starr.
Sattelnahe Abstützung: Auflage 5.
Es stehen die Zähne 54321 23

Ergebnisse bei sattelnaher Abstützung:

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,42 | 0,49 | 0,57 |
| Belastungszeit | 0,28 | 0,3 | 0,44 |
| Kaufrequenz | 1,28 | 0,92 | 0,95 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,4 | 1,65 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,07 | 1,35 | 0 | 0 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,7 | 1,85 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,4 | 1,6 | 0 | 0 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,75 | 1,95 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,33 | 1,61 | 0 | 0 |

8.Messung: Herr M.G., 49 Jahre.

Ergebnisse nach Entfernung der Auflage 5.
Sattelferne Abstützung.

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,41 | 0,4 | 0,42 |
| Belastungszeit | 0,27 | 0,23 | 0,28 |
| Kaufrequenz | 1,41 | 1,55 | 1,5 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,65 | 1,75 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,35 | 1,5 | 0 | 0 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,45 | 1,65 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,3 | 1,48 | 0 | 0 |

SILONE

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,6 | 1,75 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,25 | 1,4 | 0 | 0 |

9.Messung: Herr Sch.A., 56 Jahre.

OK-Einstückgußprothese, Registrierung linker Sattel mesial und distal.
Es stehen die Zähne 5432112345
Konstruktion auf Seiten des Freiendsattels:
Sattelnahe Abstützung: Auflage 5.
Sattelferne Abstützung: Bonwillklammer 34,Umgehungsbügel starr.

Ergebnisse bei sattelnaher Abstützung:

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,33 | 0,37 | 0,38 |
| Belastungszeit | 0,22 | 0,23 | 0,22 |
| Kaufrequenz | 1,6 | 1,6 | 1,55 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,9 | 2,0 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,38 | 1,6 | 0 | 0 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,9 | 2,1 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,38 | 1,6 | 0 | 0 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,5 | 2,1 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,1 | 1,65 | 0 | 0 |

9.Messung: Sch.A., 56 Jahre

Ergebnisse nach Entfernung der Auflage 5.
Sattelferne Abstützung.

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,34 | 0,36 | 0,35 |
| Belastungszeit | 0,21 | 0,23 | 0,26 |
| Kaufrequenz | 1,6 | 1,7 | 1,7 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,6 | 2,2 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,24 | 1,35 | 0 | 0 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,8 | 2,1 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,4 | 1,5 | 0 | 0 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,6 | 2,0 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,37 | 1,45 | 0 | 0 |

10.Messung: Herr Sch.A., 56 Jahre.

OK-Einstückgußprothese, Registrierung rechter Sattel mesial und distal.
Es stehen die Zähne 5432112345
Konstruktion auf Seiten des Freiendsattels:
Sattelferne Abstützung: Bonwillklammer 43,Umgehungsbügel starr.
Sattelnahe Abstützung: Auflage 5.

Ergebnisse bei sattelnaher Abstützung:

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Laufzeit/sek. | 0,38 | 0,32 | 0,42 |
| Belastungszeit | 0,21 | 0,21 | 0,23 |
| Kaufrequenz | 1,7 | 1,9 | 1,7 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,6 | 2,2 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,24 | 1,50 | 0 | 0 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,7 | 2,2 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,34 | 1,5 | 0 | 0 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,4 | 1,75 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,2 | 1,45 | 0 | 0 |

10.Messung: Herr Sch.A., 56 Jahre.

Ergebnisse nach Entfernung der Auflage 5.
Sattelferne Abstützung.

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,37 | 0,35 | 0,39 |
| Belastungszeit | 0,19 | 0,2 | 0,21 |
| Kaufrequenz | 1,7 | 1,8 | 1,7 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,5 | 1,9 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,25 | 1,37 | 0 | 0 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,7 | 1,8 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,43 | 1,5 | 0 | 0 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,55 | 1,8 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,3 | 1,4 | 0 | 0 |

11.Messung: Frau G.J., 39 Jahre.

OK-Einstückgußprothese, Registrierung linker Sattel mesial und distal.
Es stehen die Zähne 7 432112345
Konstruktion auf Seiten des Freiendsattels:
Sattelferne Abstützung: Bonwillklammer 45,Umgehungsbügel starr.
Sattelnahe Abstützung: Auflage 5.

Ergebnisse bei sattelnaher Abstützung:

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,38 | 0,34 | 0,37 |
| Belastungszeit | 0,23 | 0,23 | 0,23 |
| Kaufrequenz | 1,08 | 1,28 | 1,31 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,4 | 2,6 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,07 | 1,67 | 0 | 0 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,4 | 1,7 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,16 | 1,35 | 0 | 0 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,4 | 1,55 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,16 | 1,4 | 0 | 0 |

11.Messung: Frau G.J., 39 Jahre.

Ergebnisse nach Entfernung der Auflage 5.
Sattelferne Abstützung.

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,31 | 0,34 | 0,35 |
| Belastungszeit | 0,19 | 0,19 | 0,22 |
| Kaufrequenz | 1,35 | 1,85 | 1,45 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,5 | 1,5 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,35 | 1,5 | 0 | 0 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,6 | 1,7 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,46 | 1,53 | 0 | 0 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,7 | 1,85 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,44 | 1,6 | 0 | 0 |

12.Messung: Herr P.F., 61 Jahre.

OK-Einstückgußprothese, Registrierung linker Sattel mesial und distal.
Es stehen die Zähne 6 32112345.
Konstruktion auf Seiten des Freiendsattels:
Sattelferne Abstützung: Bonwillklammer 45,Umgehungsbügel starr.
Sattelnahe Abstützung: Auflage 5.

Ergebnisse bei sattelnaher Abstützung:

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,41 | 0,47 | 0,41 |
| Belastungszeit | 0,18 | 0,22 | 0,22 |
| Kaufrequenz | 1,1 | 1,35 | 1,45 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,5 | 1,75 | 0,12 | 0,22 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,2 | 1,42 | 0,15 | 0,25 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,3 | 1,9 | 0,18 | 0,25 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,13 | 1,43 | 0,25 | 0,3 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,3 | 1,6 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,12 | 1,3 | 0 | 0 |

12.Messung: Herr P.F., 61 Jahre.

Ergebnisse nach Entfernung der Auflage 5.
Sattelferne Abstützung.

| | Brot | Nuß | Silone |
|---|---|---|---|
| Lastzeit/sek. | 0,42 | 0,46 | 0,44 |
| Belastungszeit | 0,17 | 0,21 | 0,23 |
| Kaufrequenz | 1,2 | 1,4 | 1,45 |

BROT

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,48 | 1,45 | 0,15 | 0,25 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,25 | 1,32 | 0,2 | 0,28 |

NUSS

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,35 | 1,75 | 0,21 | 0,28 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,25 | 1,4 | 0,2 | 0,26 |

SILONE

| | KS | | NKS | |
|---|---|---|---|---|
| | mesial | distal | mesial | distal |
| maximale Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,45 | 1,7 | 0 | 0 |
| Ø Kaukraft/ 25 $mm^2$ in kp | 1,27 | 1,42 | 0 | 0 |

## V. Literaturverzeichnis


Black, G.V. — An Investigation of the Physical Characteristics of the Human Diseases, and to practical Dental Operations, Together With the Physical Characteristics of Filling Materials.
D.Cosmos, 37, 469, 1895.

Boos, R.H. — Intermaxillary Relations Established by Biting Power.
J.A.D.A. 27, 1192, 1940.

Brawley, R.E. Sedgwick, H.J. — Gnathodynamometer.
Am.J,Orthodont. 24, 256, 1938.

Brewer, A. — Prosthodontic Research in Progress at the School of Aerospace Medicine.
J.of Prosth.Dentistry, 13, 49, 1963.

Brewer, A. Hudson, D. — Application of Miniaturized Electronic Devices to the Study of Tooth Contact in Complete Dentures.
J.of Prosth,Dentistry, 11, 62, 1961.

Brudevold, F. — A Basic Study of the Chewing Forces of a Denture Wearer.
J.A.D.A. 43, 45, 1951.

Eichner, K. — Messung der Kräfte bei Kauvorgängen.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 18, 915, 1963;
Aufschlüsse über den Kauvorgang durch elektronische Kaukraftmessungen.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 19, 415, 1964.

Frechette, A.R. — Masticatory Forces Associated with the Use of Various Types of Artificial Teeth.
J.of Prosth.Dentistry, 5, 253, 1955.

Frechette, A.R. — Complete Denture Stability Related to Tooth Position.
J.of Prosth.Dentistry, 11, 1032, 1961.

Fröhlich, E. Das Verhalten des Kieferknochens unter dem Einfluß der schleimhautgetragenen Plattenprothese.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 5, 1222, 1950.

Prothetik als mechanischer Faktor bei Mundkrankheiten.
Prothetik und Werkstoffkunde. Beilage zur Dtsch.zahnärztl.Zschr. 3, 477, 1954.

Gewebsveränderungen im Lückengebiß bei paradontaler Insuffizienz und Resistenz.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 14, 448, 1959.

Untersuchung und Beurteilung des Lückengebisses für prothetische Maßnahmen.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 14, 1733, 1959.

Die Wiederherstellung des Kauorgans. (Oral Rehabilitation)
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 3, 208, 1961.

Greve, K. Ergebnisse meiner Untersuchungen über den Haberschen Kaudruckmesser.
Zahnärztl.Rdsch. 48, 830, 1926.

Haber, G. Kaudruckmeßapparate, ihre Bedeutung und Verwendungsnotwendigkeit in der täglichen Praxis.
Zahnärztl.Rdsch. 7, 115, 1926.

Häupl, K. Die gewebliche Reaktion auf prothetische Maßnahme
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 15, 458, 1960.

Head, J. The Human Skull Used as a Gnathodynamometer to Determine the Value of Titruation in the Mastication of Food.
D.Cosmos, 48, 1189, 1906.

Howell, A., Manly, R. An Electronic Strain Gauge For Measuring Oral Forces.
J.D.Res. 27, 705, 1948.

Kaires, K.A. A Study of Partial Denture Design and Masticatory Pressures in a Mandibulare Bilate Oral Distal

Extension Case.
J.of Prosth.Dentistry, 8, 340, 1958;

A Study of Occlusal Surface Contacts in Artificial Dentures.
J.of Prosth.Dentistry, 4, 553, 1957.

Kantorowicz, A. Zur Statik der Partiellen Prothese.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 4, 141, 1949.

Ist die Berücksichtigung einer individuellen Kondylenbahn zur Funktion ganzer Prothesen notwendig?
Zahnärztl.Rdsch. 4, 124, 1928.

Klatsky, M. Food and Food Mastication as External Enviromental Factors in the Causation ans Prevention of Dental Caries.
D.Cosmos, 78, 814, 1936.

Köhler, L.
Etling, O. Über den Kaudruck und eine neue Methode zu seiner Messung.
Öster.Zschr.f.Stomat. 3, 137, 1922.

Körber, E. Untersuchungen über die Beziehung von Kaukraft zur Schleimhautresilienz unter Prothesen.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 6, 348, 1954;

Untersuchung über das Kauzentrum und den Belastungsausgleich bei Prothesen.
Dtsch.zahnärztl.Zschr. 3, 268, 1961.

Lambrecht, J.R.
Kydd, W.L. A Functional Stress Analysis of The Maxillary Complete Denture Base.
J.of Prosth.Dentistry, 12, 865, 1962.

Lawson, W.A. The Validity of a Method Used for Measuring Masticatory Forces.
J.of Prosth.Dentistry, 20, 99, 1960.

Morelli, G. Über die Kaudruckmessung.
Zahnärztl.Rdsch. 7, 246, 1928.

Münzesheimer,F. Ergebnisse aus Meßversuchen mit dem Haberschen Kaudruckmesser.
Zahnärztl.Rdsch. 36, 454, 1927.

Pfau, H. Die Belastung einer elastischen Unterlage durch einen starren Körper im Hinblick auf einige Probleme der prothetischen Zahnheilkunde. Med.Diss.Tübingen 1963.

Rohrbach, Chr. Eichner, K. Messung der Kräfte beim Kauvorgang mit Widerstands-Meßdosen von Molarengröße ohne Behinderung der Okklusion und Artikulation. Dtsch.zahnärztl.Zschr. 13, 146, 1958.

Schreiber, S. Ein neues Gerät zur Messung und Registrierung von Kaukräften. Zahnärztl.Rdschr. 7, 127, 1957;

Klinische Untersuchungen und Messungen über die Belastbarkeit einseitiger Freiendprothesen. D.Dtsch.Zahnärztebl. 1, 5, 1960.

Swromberg, W.R. A Method of Measuring Forces of Denture Bases Against the Supporting Tissues. J.of Prosth.Dentistry, 5, 268, 1955.

Thiel, v. H. Zur totalen Prothese. Zahnärztl.Welt 10, 6, 1955.

Tholuck, H.J. Grundlagen der Zahnbelastung. Dtsch.zahnärztl.Wochenschr. 7, 99, 1925.

Uhlig, H. Über die Kaukraft. Dtsch.zahnärztl.Zschr. 1, 30, 1953.

Voss, R. Die Statik der totalen Platte. Dtsch. zahnärztl.Zschr. 13, 770, 1958.

Wölffle, G. Untersuchungen über die Belastung des Prothesenlagers unter partiellen abgestützten und schleimhautgetragenen Prothesen im Unterkiefer. Med.Diss.Tübingen 1962.

Anhang

An dieser Stelle möchte ich

Herrn Professor Dr. Dr. E. Fröhlich
für die freundliche Durchsicht des Manuskriptes
meinen Dank aussprechen.

Herrn Dozent Dr. E. Körber
danke ich für die Überlassung des Themas und
seine wohlwollende Unterstützung während der
Arbeit.

Weiter möchte ich mich bei allen Patienten,
dem Labor Boger in Reutlingen und
dem Labor Spreidler in Stuttgart bedanken.

Lebenslauf

Am 31.Januar 1939 wurde ich, Dieter Edmund Langenstein, Sohn des Bankdirektors Edmund Langenstein und seiner Ehefrau Charlotte, geb. Wohlschieß, in Sigmaringen geboren.

Von 1945 bis 1949 besuchte ich die Grundschule in Gammertingen (Kr. Sigmaringen). Danach trat ich in das Staatliche Gymnasium in Sigmaringen ein, wo ich im Frühjahr 1958 die Reifeprüfung ablegte.

Ich begann das Studium der Zahnheilkunde im Sommersemester 1958 an der Universität Tübingen, wo ich im Herbst 1960 das Physikum, im Herbst 1963 das Staatsexamen bestand.